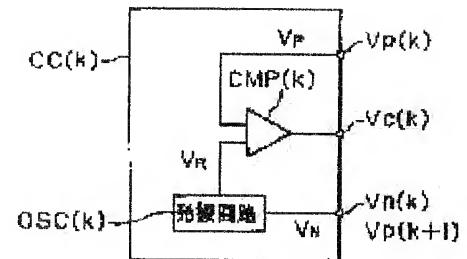


(11)Publication number : **11-234916**  
(43)Date of publication of application : **27.08.1999**

(21)Application number : **10-032887** (71)Applicant : **ROHM CO LTD**  
(22)Date of filing : **16.02.1998** (72)Inventor : **UMEKI NOBUAKI**  
**INOUE KOICHI**

**SOLUTION:** A control circuit CC(K) performs pulse width modulation according to the difference between the cell voltage and a first specified value when the cell voltage is not less than the first specified value and less than a second specified value according to an oscillation circuit OSC(K) and a comparator CMP(K). When the cell voltage of a cell reaches the first specified value, the charging speed for the cell is reduced. The charging speed for cells further charged is further reduced, and the difference between the amounts of charging is virtually eliminated. As a result, the difference in amount of charging between both the cells is virtually eliminated, and the amounts of charging of all the battery cells can be quickly equalized.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-234916 ✓

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

H 0 2 J 7/02

H 0 2 J 7/02

H

H 0 1 M 10/46

H 0 1 M 10/46

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-32887

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月16日

(71) 出願人 000116024

ローム株式会社

京都府京都市右京区西院溝崎町21番地

(72) 発明者 梅木 伸彰

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

(72) 発明者 井上 晃一

京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内

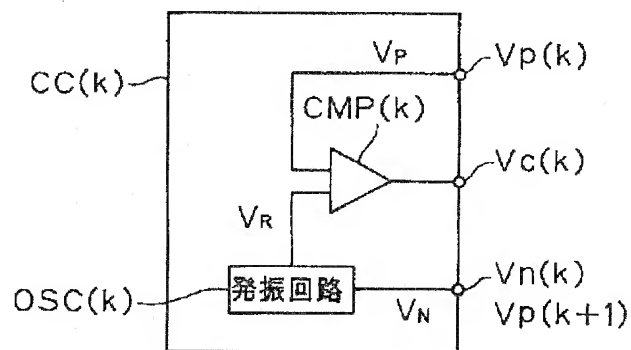
(74) 代理人 弁理士 佐野 静夫

(54) 【発明の名称】 リチウムイオン電池パック

(57) 【要約】

【課題】 直列に接続された電池セルの充電量を速やかに揃えることが可能なリチウムイオン電池パックを提供する。

【解決手段】 電池セルの各々に対して、抵抗、トランジスタおよび制御回路からなるセルバランス回路を備え、抵抗とトランジスタを直列に接続してその両端を電池セルの両電極に接続し、トランジスタの導通による抵抗を介しての電池セルの両電極の短絡を制御回路により制御する。所定の電圧範囲の鋸歯状波を発振してその電圧を電池セルの陰電極の電圧に加えて出力する発振回路と、電池セルの陽電極の電圧と発振回路の出力電圧を比較して、前者が後者以上のときにトランジスタを導通させる制御電圧を出力する比較器で制御回路を構成し、セル電圧が発振回路の発振電圧の範囲内にあるときにトランジスタの駆動電圧をパルス幅変調する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直列に接続された複数の電池セル、前記複数の電池セルの各々に対して設けられ、相互に直列に接続されて一端が前記電池セルの陽電極に他端が前記電池セルの陰電極に接続された抵抗およびスイッチ素子、ならびに前記複数の電池セルの各々に対して設けられ、前記電池セルの両電極間の電圧が所定値以上のときに前記スイッチ素子を導通させて前記電池セルの両電極を前記抵抗を介して短絡させる制御回路を備えるリチウムイオン電池パックにおいて、

前記制御回路は、前記電圧が第 1 の所定値未満のときに前記スイッチ素子を継続して導通させず、前記電圧が前記第 1 の所定値よりも大きい第 2 の所定値以上のときに前記スイッチ素子を継続して導通させ、前記電圧が前記第 1 の所定値以上かつ前記第 2 の所定値未満のときに前記スイッチ素子を断続して導通させることを特徴とするリチウムイオン電池パック。

【請求項 2】 前記制御回路は、前記電圧が前記第 1 の所定値以上かつ前記第 2 の所定値未満のときに、前記スイッチ素子を導通させる期間を前記電圧と前記第 1 の所定値の差に応じて変化させることを特徴とする請求項 1 に記載のリチウムイオン電池パック。

【請求項 3】 前記制御回路は、前記電圧が前記第 1 の所定値以上かつ前記第 2 の所定値未満のときに、前記スイッチ素子を導通させる期間を前記電圧と前記第 1 の所定値の差に略比例させることを特徴とする請求項 2 に記載のリチウムイオン電池パック。

【請求項 4】 前記制御回路は、前記電圧が前記第 1 の所定値以上かつ前記第 2 の所定値未満のときに、前記スイッチ素子を導通させる期間と導通させない期間の和を一定にして、一定周期で前記スイッチ素子を導通させることを特徴とする請求項 3 に記載のリチウムイオン電池パック。

【請求項 5】 前記制御回路は、最小値が前記第 1 の所定値で最大値が前記第 2 の所定値の鋸歯状波の電圧を前記一定周期で発振し、該電圧を前記電池セルの陰電極の電圧に加えて出力する発振回路、および前記電池セルの陽電極の電圧と前記発振回路の出力電圧とを比較して、前記電池セルの陽電極の電圧が前記発振回路の出力電圧以上のときに前記スイッチ素子を導通させる第 1 の制御電圧を出力し、前記電池セルの陽電極の電圧が前記発振回路の出力電圧未満のときに前記スイッチ素子を導通させない第 2 の制御電圧を出力する比較器より成ることを特徴とする請求項 4 に記載のリチウムイオン電池パック。

【請求項 6】 前記複数の電池セルの各々に対して設けられた前記制御回路は全て 1 つの半導体チップ内に形成されており、前記複数の電池セルの各々に対して設けられた前記抵抗および前記スイッチ素子は前記半導体チップとは別に形成されていることを特徴とする請求項 1

いし請求項 5 のいずれか 1 項に記載のリチウムイオン電池パック。

【請求項 7】 前記複数の電池セルの一端の電極に保護スイッチ素子を介して接続された第 1 の電極端子、前記複数の電池セルの他端の電極に接続された第 2 の電極端子、および前記複数の電池セルの各々の両電極間の電圧を検出し、検出した電圧の 1 つ以上が所定の範囲内にないときに、前記保護スイッチ素子の導通を停止させて、前記複数の電池セルの充電または放電を禁止する保護制御回路を備え、

前記保護制御回路は前記半導体チップ内に形成されていることを特徴とする請求項 6 に記載のリチウムイオン電池パック。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はリチウムイオン電池パックに関し、特に、直列に接続された電池セルの充電量を揃えるためのセルバランスシステムを備えたりチウムイオン電池パックに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 複数のリチウムイオン電池セルを直列に接続して成るリチウムイオン電池パックは再充電可能であり、使用により放電した電池パックは再充電される。再充電に際しては安全のために電池セルの過充電を防止する必要があるが、いずれか 1 つの電池セルが所定の電圧に達したときには充電は打ち切られる。

【0003】 ところが、使用時の放電量は電池セルごとにばらつきがあるため、電池セルの電圧が不揃いになることがある。そのような場合、再充電しても、使用時に最も放電量の少なかった電池セルのみが完全に充電されて、他の電池セルは十分に充電されないことになる。

【0004】 そこで、過充電を防止しつつ全ての電池セルを均等に充電するために、リチウムイオン電池パックにはセルバランスシステムが備えられている。従来のリチウムイオン電池パックの構成を図 6 に示す。

【0005】 直列に接続された  $n$  個の電池セル  $LC$

( $k$ ) ( $k = 1 \sim n$ ) の各々の対して、抵抗  $Rb$

( $k$ )、スイッチ素子であるトランジスタ  $Tb$  ( $k$ )、

および制御回路  $CLC$  ( $k$ ) から成るセルバランス回路  $CLB$  ( $k$ ) が備えられている。抵抗  $Rb$  ( $k$ ) とトランジスタ  $Tb$  ( $k$ ) の各組は直列に接続されており、電池セル  $LC$  ( $k$ ) の両電極間に並列に接続されている。制御回路  $CLC$  ( $k$ ) は電池セル  $LC$  ( $k$ ) の両電極間の電圧を検出して、トランジスタ  $Tb$  ( $k$ ) の導通動作を制御する。

【0006】 制御回路  $CLC$  ( $k$ ) の構成を図 7 に示す。制御回路  $CLC$  ( $k$ ) は、基準電圧生成器  $VG$  ( $k$ )、比較器  $CMP$  ( $k$ )、電池セル  $LC$  ( $k$ ) の陽電極および陰電極にそれぞれ接続された入力端子  $Vp$  ( $k$ ) および  $Vn$  ( $k$ )、ならびにトランジスタ  $Tb$

(k) のゲートに接続された出力端子  $V_c(k)$  を備えている。比較器  $CMP(k)$  の一方の入力は入力端子  $V_p(k)$  に、他方の入力は基準電圧生成器  $VG(k)$  を介して入力端子  $V_n(k)$  に、出力は出力端子  $V_c(k)$  に接続されている。

【0007】基準電圧生成器  $VG(k)$  は、入力端子  $V_n(k)$  から与えられる電池セル  $LC(k)$  の陰電極の電圧に所定値  $V_{TH0}$  を加算した基準電圧を出力する。比較器  $CMP(k)$  は入力端子  $V_p(k)$  から与えられる電池セル  $LC(k)$  の陽電極の電圧と基準電圧生成回路  $VG(k)$  が出力する基準電圧を比較して、両電圧の大小関係に応じて第1または第2の電圧を出力し、電池セル  $LC(k)$  の陽電極の電圧が基準電圧以上のときにトランジスタ  $T_b(k)$  を導通動作させる。トランジスタが導通動作することにより、電池セル  $LC(k)$  には抵抗  $R_b(k)$  を備えたバイパス経路が形成される。

【0008】充電時における電池セル  $LC(k)$  の電圧とトランジスタ  $T_b(k)$  の動作の関係を図8に示す。図8において、(a) は電池セル  $LC(k)$  の両電極間の電圧(セル電圧)  $V_{cell}$  を表しており、(b) はトランジスタ  $T_b(k)$  の導通(ON)と非導通(OFF)の状態を表している。横軸は充電開始からの時間である。

【0009】制御回路  $CLC(k)$  の上記制御により、セル電圧  $V_{cell}$  が所定値  $V_{TH0}$  未満のときにはトランジスタ  $T_b(k)$  は非導通となり、このとき、その電池セル  $LC(k)$  に電流が流れて充電が行われる。一方、セル電圧  $V_{cell}$  が所定値  $V_{TH0}$  以上のときにはトランジスタ  $T_b(k)$  は導通し、電流は主としてバイパス経路を流れて、充電の進行は低く抑えられる。

【0010】したがって、セル電圧が所定値  $V_{TH0}$  未満の電池セルが優先して充電されることになる。また、セル電圧が所定値  $V_{TH0}$  以上となった電池セルの電圧上昇は低く抑えられ、過充電を防止するために設定されている上限値  $V_{OCH}$  への到達が遅くなる。こうして、全ての電池セルの充電量が略一定に揃えられる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来のセルバランスシステムの制御回路  $CLC(k)$  は、単一の所定値  $V_{TH0}$  を境としてトランジスタ  $T_b(k)$  の動作を制御しているため、充電完了の間際になって充電量を調節する動作を開始することになり、全ての電池セルの充電量を揃えるのに長時間を要していた。また、セル電圧が所定値  $V_{TH0}$  に達した電池セルについては、その後は常に電流がバイパス経路を流れることになり、抵抗  $R_b(k)$  の発熱量は多い。この発熱による抵抗  $R_b(k)$  の破壊を防止するためには抵抗値を大きくしてバイパス経路を流れる電流を小さくする必要があり、このため、充電量を揃えるのに要する時間はさらに長くなっていた。

【0012】本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、電池セルの充電量を速やかに揃えることが可能なリチウムイオン電池パックを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、直列に接続された複数の電池セル、複数の電池セルの各々に対して設けられ、相互に直列に接続されて一端が電池セルの陽電極に他端が電池セルの陰電極に接続された抵抗およびスイッチ素子、ならびに複数の電池セルの各々に対して設けられ、電池セルの両電極間の電圧すなわちセル電圧が所定値以上のときにスイッチ素子を導通させて電池セルの両電極を抵抗を介して短絡させる制御回路を備えるリチウムイオン電池パックにおいて、制御回路は、セル電圧が第1の所定値未満のときにスイッチ素子を継続して導通させず、セル電圧が第1の所定値よりも大きい第2の所定値以上のときにスイッチ素子を継続して導通させ、セル電圧が第1の所定値以上かつ第2の所定値未満のときにスイッチ素子を断続して導通させるものとする。

【0014】各電池セルは抵抗、スイッチ素子および制御回路から成るセルバランス回路を備えることになり、セルバランス回路によって電池セルごとに充電の速度を調節することができる。ここで、スイッチ素子の動作状態はセル電圧に応じて、継続的な非導通、断続的な導通、および継続的な導通の3段階に分けられる。電池セルの充電は、スイッチ素子が継続的な非導通状態にあるときは速やかに進み、スイッチ素子が断続的な導通状態にあるときは中程度の速度で進み、スイッチ素子が継続的な導通状態にあるときは低く抑えられる。

【0015】充電の進行によりセル電圧が第1の所定値に達した電池セルは、その後は中程度の速度で充電される。さらに充電が進んでセル電圧が第2の所定値に達すると、充電速度は低く抑えられる。電池セル間に使用時の放電量の差があったときでも、より充電の進んだ電池セルが中程度の速度で充電されている間に、充電の遅れている電池セルは速やかに充電されるため、充電量の差は急速になくなっていく。このため、1つの電池セルのセル電圧が第2の所定値に達した時点では電池セル間での充電量の差は僅かになり、速やかに全ての電池セルの充電量を揃えることができる。また、スイッチ素子を断続的に導通させることにより抵抗の発熱量は少なくなるから、それだけ抵抗を流れる電流を多くすることが可能になって、一層速やかに電池セルの充電量を揃えることができる。

【0016】セル電圧が第1の所定値以上かつ第2の所定値未満のときに、制御回路が、スイッチ素子を導通させる期間をセル電圧と第1の所定値の差に応じて変化させるようにするとよい。セル電圧が第1の所定値に達した後の電池セルの充電の速度を充電量に応じて調節する

ことが可能になり、さらに速やかに電池セルの充電量を揃えることができる。

【0017】例えば、スイッチ素子を導通させる期間をセル電圧と第1の所定値の差に略比例させる。このようにすると、セル電圧が第1の所定値に達した電池セルの充電速度を次第に遅くしていくことができ、充電完了時における電池セル間の充電量のばらつきをきわめて小さくすることが可能になる。

【0018】セル電圧が第1の所定値以上かつ第2の所定値未満のときに、スイッチ素子を導通させる期間をセル電圧と第1の所定値の差に略比例させることは、スイッチ素子を導通させる期間と導通させない期間の和を一定にして、一定周期でスイッチ素子を導通させることで実現される。

【0019】具体的には、制御回路を、最小値が第1の所定値で最大値が第2の所定値の鋸歯状波の電圧を一定周期で発振し、この電圧を電池セルの陰電極の電圧に加えて出力する発振回路と、電池セルの陽電極の電圧と発振回路の出力電圧とを比較して、電池セルの陽電極の電圧が発振回路の出力電圧以上のときにスイッチ素子を導通させる第1の制御電圧を出力し、電池セルの陽電極の電圧が発振回路の出力電圧未満のときにスイッチ素子を導通させない第2の制御電圧を出力する比較器で構成する。

【0020】複数の電池セルの各々に対して設けられた制御回路を全て1つの半導体チップ内に形成し、複数の電池セルの各々に対して設けられた抵抗およびスイッチ素子をその半導体チップとは別に形成するとよい。比較的大きな電流が流れる抵抗やスイッチ素子から制御回路を分離することで、制御回路の動作を容易に安定させることができる。また、半導体チップに多くの制御回路を形成しておけば、電池セルの数がより少ない種々の電池パックに同一規格の半導体チップを共通に用いることも可能になり、製造効率が向上する。

【0021】複数の電池セルの一端の電極に保護スイッチ素子を介して接続された第1の電極端子、複数の電池セルの他端の電極に接続された第2の電極端子、および複数の電池セルの各々のセル電圧を検出し、検出したセル電圧の1つ以上が所定の範囲内にないときに、保護スイッチ素子の導通を停止させて、複数の電池セルの充電または放電を禁止する保護制御回路を備え、この保護制御回路を上記の制御回路と共に同一の半導体チップ内に形成してもよい。電池セルの過充電や過放電を防止することができる上、電池セルの充電量の制御に関する全ての回路をまとめて1チップにすることで、電池パックの大型化が抑えられる。

【0022】

【発明の実施の形態】本発明のリチウムイオン電池パックの実施の形態について図面を参照して説明する。図1に第1の実施形態のリチウムイオン電池パック1の構成

を示す。リチウムイオン電池パック1は、直列に接続された容量の等しい $n$ 個のリチウムイオン電池セルLC(1)～LC( $n$ )を備えており、これらの電池セルLC(1)～LC( $n$ )はセル列10を構成している。

【0023】以下の説明では、表現を簡潔にするために、電池セルLC(1)～LC( $n$ )を電池セルLC( $k$ )と表記する( $k=1\sim n$ )。また、後述するように、リチウムイオン電池パック1にはこれら $n$ 個の電池セルLC( $k$ )の各々に対応して、数種の構成要素が $n$ 個ずつ備えられているが、これらの構成要素も同様に括弧内に添字 $k$ を付した符号を用いて表す。

【0024】リチウムイオン電池パック1には陽極端子B+および陰極端子B-が設けられており、陽極端子B+は、保護用のフューズ11および2つのトランジスタ12、13を介して、セル列10の一端の陽電極(第1番目の電池セルLC(1)の陽電極)に接続されている。陰極端子B-は、セル列10の他端の陰電極(第 $n$ 番目の電池セルLC( $n$ )の陰電極)に直接接続されている。トランジスタ12、13の動作は保護制御回路14によって制御される。

【0025】保護制御回路14は1つの半導体チップCP1として形成されており、出力端子FE1、FE2、入力端子MOおよび端子GNDを有している。出力端子FE1およびFE2はそれぞれトランジスタ12および13のゲートに接続されており、入力端子MOは抵抗15を介してトランジスタ12と13の接続点に接続されている。端子GNDはセル列10の端の陰電極に接続されている。

【0026】保護制御回路14には、また、 $n$ 個の入力端子V( $k$ )が設けられており、入力端子V( $k$ )はそれぞれ、抵抗Rf( $k$ )を介して各電池セルLC( $k$ )の陽電極に接続され、キャパシタCf( $k$ )を介してセル列10の端の陰電極に接続されている。抵抗Rf( $k$ )およびキャパシタCf( $k$ )の各組は、ローパスフィルターを構成している。

【0027】トランジスタ12は、電池セルLC( $k$ )の過充電を防止するために設けられたもので、出力端子FE1を介して保護制御回路14より与えられる制御電圧によって動作を制御される。保護制御回路14は、通常はトランジスタ12を導通させ、充電時に電池セルLC( $k$ )のいずれかのセル電圧Vcellが上限値VOCHに達したときに、トランジスタ12の導通動作を停止させる。電池セルLC( $k$ )のセル電圧Vcellは、 $n$ 個の入力端子V( $k$ )および端子GNDに現れる電圧の差として検出される。

【0028】トランジスタ13は、放電時すなわち使用時の電池セルLC( $k$ )の過放電を防止するとともに、過大な電流が流れた場合に一時的に電流を止めるために設けられたもので、出力端子FE2を介して保護制御回路14より与えられる制御電圧によって動作を制御され

る。保護制御回路14は、通常はトランジスタ13を導通させ、放電時に電池セルLC(k)のいずれかのセル電圧Vcellが下限値VMIN未満になったときに、トランジスタ13の導通動作を停止させる。また、トランジスタ13を流れる電流を抵抗15を介して検出し、検出した電流が所定値以上のときにもトランジスタ13の導通動作を停止させる。

【0029】トランジスタ12、13と保護制御回路14は、電池セルLC(k)の全てのセル電圧Vcellを常に下限値VMIN以上かつ上限値VOCH未満に保って、電池セルLC(k)を保護する。また、陽極端子B+と陰極端子B-の短絡等により過大な電流が流れ出す恐れが生じた場合でも、電流を遮断して危険を防止する。

【0030】電池セルLC(k)の各々に対して、抵抗Rb(k)、スイッチ素子であるトランジスタTb

(k)、およびトランジスタTb(k)の動作を制御する制御回路CC(k)より成るセルバランス回路CB

(k)が備えられている。これらのセルバランス回路CB(k)により、過充電を防止しつつ全ての電池セルを均等に充電するためのセルバランスシステム20が構成される。抵抗Rb(k)とトランジスタTb(k)は互いに直列に接続され、電池セルLC(k)に対して並列に、その陽電極と陰電極に接続されている。

【0031】全ての制御回路CC(k)は単一の半導体チップCP2として形成されており、半導体チップCP2には端子GNDとともにn組の入力端子Vp(k)および出力端子Vc(k)が設けられている。端子GNDはセル列10の端の陰電極すなわち第n番目の電池セルLC(n)の陰電極に接続されている。入力端子Vp(k)は抵抗Rf(k)を介して電池セルLC(k)の陽電極に接続されており、出力端子Vc(k)はトランジスタTb(k)のゲートに接続されている。

【0032】隣合う2つの入力端子Vp(k)およびVp(k+1)に現れる電圧の差は、電池セルLC(k)のセル電圧Vcellを表し、制御回路CC(k)によって利用される。入力端子Vp(n)と端子GNDの電圧の差は第n番目の電池セルLC(n)のセル電圧Vcellを表し、制御回路CC(n)によって利用される。

【0033】制御回路CC(k)の構成を図2に示す。制御回路CC(k)は、発振回路OSC(k)、比較器CMP(k)、上述の入力端子Vp(k)および出力端子Vc(k)、ならびに入力端子Vn(k)より成る。ここで、端子Vn(k)は端子Vp(k+1)と同一のものである。出力端子Vc(k)は比較器CMP(k)の出力に接続されており、入力端子Vp(k)は比較器CMP(k)の一方の入力に接続されている。入力端子Vn(k)は発振回路OSC(k)の入力に接続されており、発振回路OSC(k)の出力は比較器CMP(k)の他方の入力に接続されている。

【0034】発振回路OSC(k)は、最小値が第1の

所定値VTH1で最大値が第2の所定値VTH2である鋸歯状の電圧を一定周期で発振し、入力端子Vn(k)より与えられる電池セルLC(k)の陰電極の電圧VNに発振した電圧を加えて、基準電圧VRとして出力する。発振回路OSC(k)が出力する基準電圧VRの波形例を図3に示す。ここでは、電圧の上昇と下降の傾斜を等しくしているが、これらの傾斜は異なっても構わない。

【0035】比較器CMP(k)は、トランジスタTb(k)の導通動作を制御するための2レベルの制御電圧を出力端子Vc(k)に出力する。比較器CMP(k)

は、入力端子Vp(k)より与えられる電池セルLC(k)の陽電極の電圧VPと発振回路OSC(k)より与えられる基準電圧VRとを比較し、出力する制御信号のレベルを比較結果に応じて変える。具体的には、電池セルLC(k)の陽電極の電圧VPが基準電圧VR以上のときにトランジスタTb(k)を導通させ、電池セルLC(k)の陽電極の電圧VPが基準電圧VR未満のときにトランジスタTb(k)を導通させない。

【0036】したがって、電池セルLC(k)のセル電圧Vcellが第1の所定値VTH1未満のときは、トランジスタTb(k)は導通せず、抵抗Rb(k)に電流は流れない。一方、電池セルLC(k)のセル電圧Vcellが第2の所定値VTH2以上のときは、トランジスタTb(k)は導通し、抵抗Rb(k)に電流が流れる。

【0037】電池セルLC(k)のセル電圧Vcellが第1の所定値VTH1以上で第2の所定値VTH2未満のときは、比較器CMP(k)の比較結果は基準電圧VRの変動に応じて一定周期で反転する。このため、トランジスタTb(k)は断続的に導通し、抵抗Rb(k)には断続的に電流が流れることになる。しかも、トランジスタTb(k)が導通する個々の期間は、セル電圧Vcellと第1の所定値VTH1の差に比例し、この差が小さいほど短く、大きいほど長くなる。

【0038】結局、制御回路CC(k)は、セル電圧Vcellが第1の所定値VTH1以上で第2の所定値VTH2未満のときは、トランジスタTb(k)に供給する制御電圧を、セル電圧Vcellと第1の所定値VTH1の差に応じて、パルス幅変調(PWM)することになる。

【0039】リチウムイオン電池パック1を充電する際の、電池セルLC(k)のセル電圧VcellとトランジスタTb(k)の動作の関係を図4に示す。図4において、(a)は電池セルLC(k)のセル電圧Vcellを表しており、(b)はトランジスタTb(k)の導通(ON)と非導通(OFF)の状態を表している。横軸は充電開始からの時間である。

【0040】ここで、第1の所定値VTH1から第2の所定値VTH2までのセル電圧に対応する期間Tの導通状態は、図が煩雑になることを避けるために、模式的に表されている。この期間Tの実際のトランジスタTb(k)の導通状態は、発振回路OSC(k)の発振周期に等し

い短い周期で変動し、セル電圧  $V_{cell}$  が第2の所定値  $V_{TH2}$  に近づくにつれて、1周期内の導通期間が増大し非導通期間が減少していく。

【0041】セル電圧  $V_{cell}$  が第1の所定値  $V_{TH1}$  未満のとき、抵抗  $R_b(k)$  には電流が流れず、電池セル  $LC(k)$  に充電電流が流れて、電池セル  $LC(k)$  は速やかに充電されていく。セル電圧  $V_{cell}$  が第1の所定値  $V_{TH1}$  に達すると、抵抗  $R_b(k)$  に電流が断続的に流れ始め、電池セル  $LC(k)$  の充電速度は次第に低下していく。セル電圧  $V_{cell}$  が第2の所定値  $V_{TH2}$  に達すると、抵抗  $R_b(k)$  に電流が継続して流れるようになり、電池セル  $LC(k)$  が利用し得る充電電流は僅かになって、充電速度はさらに低くなる。充電が継続されセル電圧  $V_{cell}$  があらかじめ定められた上限値  $V_{OCH}$  に達すると、トランジスタ12を介して供給されている充電電流が保護制御回路14によって遮断される。

【0042】使用時の放電量のばらつきにより残存する充電量に電池セル  $LC(k)$  間で差がある場合、充電は次のように進行する。n個の電池セル  $LC(k)$  のうち残存充電量が最も多いものをセル1、最も少ないものをセル2で表すと、充電開始後、セル1、セル2の充電は略等しい速度で速やかに進み、セル1のセル電圧の方が早く第1の所定値  $V_{TH1}$  に到達する。セル電圧が第1の所定値  $V_{TH1}$  に達したセル1の充電速度は次第に遅くなり、一方、セル2の充電は引き続き速やかに進む。したがって、セル2のセル電圧が第1の所定値  $V_{TH1}$  に到達した時には、当初あったセル1とセル2の充電量の差は大幅に減少する。

【0043】セル電圧が第1の所定値  $V_{TH1}$  に達したセル2の充電速度は遅くなっていくが、より充電が進んでいるセル1の充電速度はさらに遅くなり、期間Tにおいても、セル1とセル2の充電量の差は小さくなっていく。このため、セル1のセル電圧が第2の所定値  $V_{TH2}$  に到達した時には、セル1とセル2の充電量の差はほとんどなくなる。

【0044】充電開始時の残存充電量がセル1とセル2の間であった他の電池セルも、セル2と同様に充電されて、セル1との充電量の差がなくなる。したがって、セル1のセル電圧が第2の所定値  $V_{TH2}$  に到達した時点では、全ての電池セル  $LC(k)$  の充電量は略等しくなる。こうして、全ての電池セル  $LC(k)$  の充電量が速やかに揃えられる。

【0045】しかも、セル1のセル電圧が第2の所定値  $V_{TH2}$  に達した後に、充電を長時間継続する必要がないから、充電に要する時間をより短縮することができる。さらに、期間Tにおいて抵抗  $R_b(k)$  に流れる電流は断続的であり、また、第2の所定値  $V_{TH2}$  到達後の電流が抵抗  $R_b(k)$  に継続的に流れる期間は短いから、抵抗  $R_b(k)$  の発熱量は少ない。したがって、供給する充電電流を多くしても発熱による抵抗  $R_b(k)$  の破壊

を招き難く、それだけ一層速やかに、全ての電池セル  $LC(k)$  の充電量を揃えることができる。

【0046】第1の所定値  $V_{TH1}$  と第2の所定値  $V_{TH2}$  は任意に設定してよいが、これらの値により充電に要する時間と充電完了時の電池セル間の充電量の均一度は影響される。第1の所定値  $V_{TH1}$  を上限値  $V_{OCH}$  の50～75%程度、第2の所定値  $V_{TH2}$  を上限値  $V_{OCH}$  の85～95%程度とすると、良好な結果が得られる。

【0047】発振回路OSC(k)が発振する電圧の波形を鋸歯状とすることに代えて、他の波形とすることもできる。例えば、正弦波を全波整流したような波形としてもよい。その場合、セル電圧  $V_{cell}$  が第1の所定値  $V_{TH1}$  以上で第2の所定値  $V_{TH2}$  未満の期間Tのトランジスタ  $T_b(k)$  の導通期間は、セル電圧  $V_{cell}$  と第1の所定値  $V_{TH1}$  との差に比例しなくなるが、発振波形を鋸歯状とした場合と同様に、セル電圧  $V_{cell}$  と第1の所定値  $V_{TH1}$  との差に対応して変化し、その差が大きくなるにつれて長くなる。

【0048】なお、抵抗  $R_b(k)$  やトランジスタ  $T_b(k)$  には比較的大きな電流が流れるが、保護制御回路14や制御回路CC(k)は別のチップに形成されてこれらから分離されているため、その大きな電流の影響を受け難く、リチウムイオン電池パック1の動作の信頼性は高い。電池セル  $LC(k)$  の両電極を抵抗  $R_b(k)$  を介して短絡させるためのスイッチ素子としては、FET、MOSFET、バイポーラトランジスタ等が適するが、与えられる制御電圧のレベルに応じて導通と非導通の状態が切り換わるものであれば、どのような素子を用いてもよい。

【0049】また、ここでは電池セル  $LC(k)$  と同数の制御回路CC(k)を半導体チップCP2に形成する例を示したが、半導体チップCP2に多くの制御回路を形成しておき、電池パック製造時に必要な数の制御回路だけを電池セルに接続して使用するようにしてもよい。同一規格の半導体チップを電池セルの数が異なる電池パックに利用することができて、製造効率が向上する。

【0050】セル列10を成す電池セル  $LC(k)$  の数は2以上であれば任意であり、用途に応じて、必要な電圧を供給し得る数とすればよい。また、各電池セル  $LC(k)$  に対して並列に別の電池セルを接続する構成としてもよい。総容量の大きなリチウムイオン電池パックが得られる。

【0051】第2の実施形態のリチウムイオン電池パック2の構成を図5に示す。第1の実施形態のリチウムイオン電池パック1は、過充電と過放電を防止するためのトランジスタ12、13を制御する保護制御回路14を1つの半導体チップCP1に形成し、セルバランスシステム20を成す制御回路CC(k)を別の半導体チップCP2に形成したものであったが、本実施形態のリチウムイオン電池パック2では、保護制御回路14とセルバ



ランスシステム 20 の制御回路 CC (k) は同一の半導体チップ CP 3 に形成されている。回路構成や動作にリチウムイオン電池パック 1 との差異はない。セルバランスシステム 20 を構成する抵抗 R b (k) とトランジスタ T b (k) は、半導体チップ CP 3 とは別に設けられている。

【0052】このように、保護制御回路 14 とセルバランスシステム 20 の制御回路 CC (k) を同一の半導体チップ CP 3 に形成すると、電池セル LC (k) との接続のための配線が簡素になり、電池パックの製造工程が簡略化される。また、セルバランスシステム 20 を備えることによる電池パックの大型化を最小限に抑えることができる。

#### 【0053】

【発明の効果】請求項 1 のリチウムイオン電池パックによるときは、電池セルの充電があまり進行していない時から電池セル間での充電速度の調節を開始することが可能であるため、短い時間で全ての電池セルの充電量を揃えることができる。また、充電速度を調節する際に抵抗に断続的に電流を流すため、抵抗の発熱量を増大させることなく大きな電流を流すことが可能になり、これにより、電池セルの充電量を揃える時間が一層短縮される。

【0054】請求項 2 のリチウムイオン電池パックでは、セル電圧が第 1 の所定値に達した後の電池セルの充電の速度を充電量に応じて調節することが可能になって、さらに速やかに電池セルの充電量を揃えることができる。

【0055】請求項 3 や請求項 4 のリチウムイオン電池パックでは、電池セルの充電量を速やかに揃えることが可能である上、充電量をより厳密に揃えることができる。

【0056】請求項 5 のリチウムイオン電池パックは、簡素な構成でありながら、上記の効果を奏するものである。

【0057】請求項 6 のリチウムイオン電池パックは、動作の信頼性が高い上、製造も容易である。

【0058】請求項 7 のリチウムイオン電池パックは、過充電や過放電の恐れがなく、また、パック全体の大型化が必要最小限に抑えられる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施形態のリチウムイオン電池パック

の構成を示す図。

【図 2】 上記リチウムイオン電池パックのセルバランス回路を成す制御回路の構成を示す図。

【図 3】 上記制御回路に備える発振回路の出力波形の例を示す図。

【図 4】 上記リチウムイオン電池パックにおける充電時の電池セルのセル電圧とセルバランス回路のトランジスタの動作の関係を示す図。

【図 5】 第 2 の実施形態のリチウムイオン電池パックの構成を示す図。

【図 6】 従来のリチウムイオン電池パックの構成を示す図。

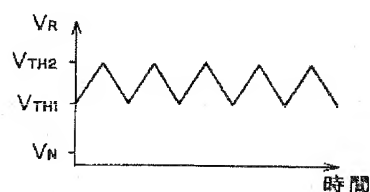
【図 7】 従来のリチウムイオン電池パックのセルバランス回路を成す制御回路の構成を示す図。

【図 8】 従来のリチウムイオン電池パックにおける充電時の電池セルのセル電圧とセルバランス回路のトランジスタの動作の関係を示す図。

#### 【符号の説明】

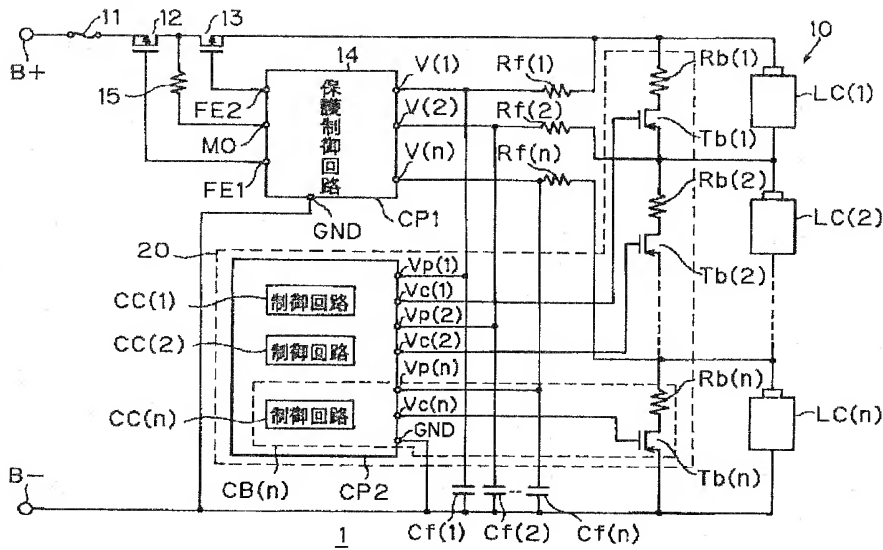
1、2	リチウムイオン電池パック
10	セル列
12	トランジスタ (保護スイッチ素子)
13	トランジスタ (保護スイッチ素子)
14	保護制御回路
15	抵抗
20	セルバランスシステム
LC (k)	リチウムイオン電池セル
CB (k)	セルバランス回路
R b (k)	抵抗
T b (k)	トランジスタ (スイッチ素子)
30	CC (k) 制御回路
	OSC (k) 発振回路
	CMP (k) 比較器
	V p (k) 入力端子
	V n (k) 入力端子
	V c (k) 出力端子
	R f (k) 抵抗
	C f (k) キャパシタ
	CP 1、CP 2、CP 3 半導体チップ
	B + 陽極端子
40	B - 陰極端子

【図 3】

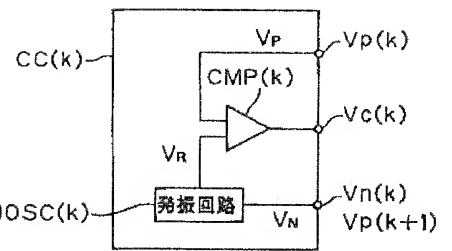




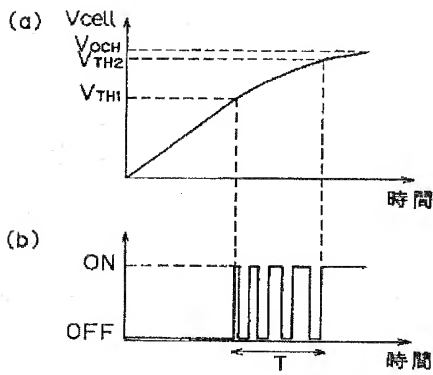
【図 1】



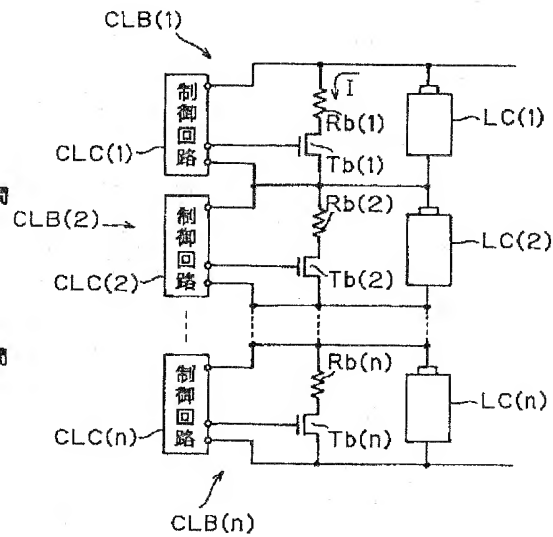
【図 2】



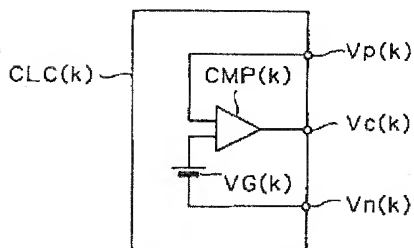
【図 4】



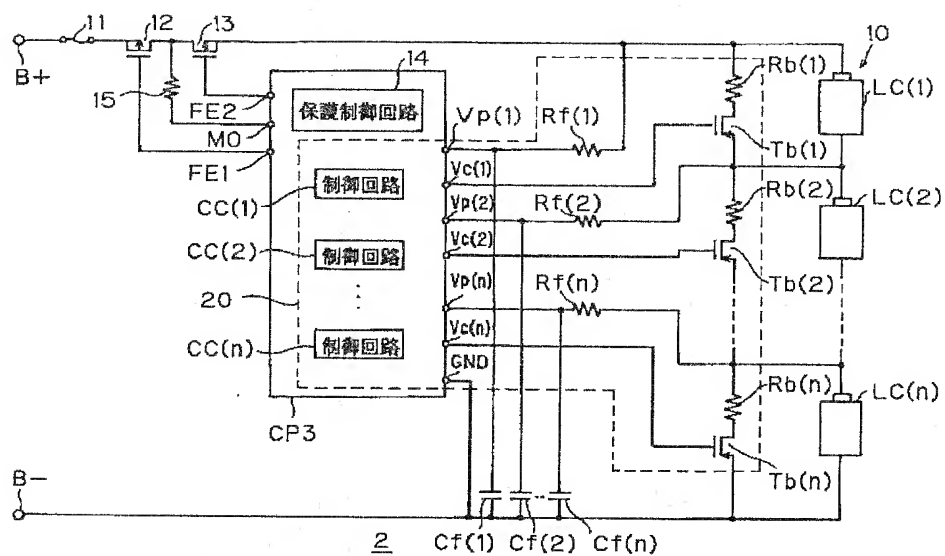
【図 6】



【図 7】



【図5】



【図8】

